

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Studi Literatur

Penelitian tentang rancangan sistem rancang bangun sistem toilet pintar yang sudah pernah dilakukan oleh beberapa peneliti. Beberapa ringkasan studi literatur digunakan untuk mengetahui sejauh mana penelitian tersebut sudah dilakukan.

Pada penelitian Prototype Rancang Bangun Sistem Lampu Dan Kipas Otomatis Menggunakan Sensor Pir Gerak Suhu Dan Cahaya Berbasis Arduino Uno, tahun 2021 Penelitian ini membahas tentang Sistem lampu otomatis menggunakan sensor PIR telah diimplementasikan untuk mengatur pencahayaan berdasarkan intensitas cahaya di dalam ruangan, dimana lampu akan menyala menggunakan relay yang aktif apabila intensitas cahaya kurang dari 100 Lux (Teguh Setiadi, L. Haidar, dan Muhamad Fadlan 2022, 9)

Pada penelitian “Rancang Bangun Sistem Cerdas Kamar Mandi Otomatis Berbasis Internet of Things” lampu dan exhaust fan yang hidup otomatis ketika sensor photodiode menerima deteksi, jika terjadi kondisi nilai kurang dari 300 maka output yang terkoneksi pada setiap sensor akan aktif, seperti halnya jika photodiode pada pintu bernilai kurang dari 300 maka lampu dan exhaust fan akan aktif.(Heri Irawan dkk. 2020)

Pada penelitian “Rancang Bangun Prototipe Sistem Saluran Air Berbasis Sistem Tutup Buka Otomatis Menggunakan Sistem Mikroprosesor dan Sensor Ultrasonic” Jika sensor Ultrasonic aktif di saluran air maka arduino akan mengirimkan perintah ke motor servo lalu mengangkat palang pintu secara otomatis pada saluran air tersebut. Jika debit air mencapai batas minimum maka palang pintu tidak terbuka, Prototipe sistem saluran air otomatis tersebut hanya bekerja jika jarak sensor ke objek kurang dari 15 cm, jika lebih dari 15 cm maka prototipe tersebut tidak dapat bekerja.(Haryanto dan Mulyani 2022)(Sely Marisa dkk. 2020)

Pada penelitian “Kendali Solar Tracker Menggunakan Solenoid Valve Sebagai Pengendali Aliran Fluida” solenoid valve sebagai pengendali aliran fluida ini sudah

bekerja dengan baik dan juga penggunaan aliran fluida dengan pengendalian solenoid valve dapat mengendalikan solar tracker sehingga penggunaan ini juga dapat menghemat konsumsi daya listrik pada aktuatornya(Yoga Triafandy dkk. 2020)

Pada penelitian "Rancang Bangun Sistem Cerdas Kamar Mandi Otomatis Berbasis Internet of Things" Memudahkan pengguna kamar mandi dalam melakukan aktivitas dengan fungsi peralatan secara otomatis, Manfaat penelitian ini, untuk meningkatkan kualitas keamanan dan meringankan pengguna(Heri Irawan dkk. 2020)

2.2 Smart Home

Smart home adalah teknologi otomatisasi yang digunakan untuk memfasilitasi aktivitas di rumah, dan sangat memungkinkan untuk mengoperasikan dan memantau rumah dengan bantuan Internet of Things (IOT)(Nila Hardi, Rafi Afuw Rouf Subyan, dan Aditia Arbasyah 2023). Salah satu inovasi dalam smart home yang semakin populer adalah smart toilet. Smart toilet adalah toilet yang dilengkapi dengan berbagai fitur teknologi untuk meningkatkan kenyamanan dan kebersihan bagi penggunanya. Fitur-fitur seperti pengontrol bilas, pengering udara, dan sensor gerak memungkinkan toilet berfungsi secara otomatis merespons kehadiran pengguna dengan mengaktifkan fitur-fitur yang dibutuhkan. Dengan mengintegrasikan smart toilet ke dalam lingkungan smart home.

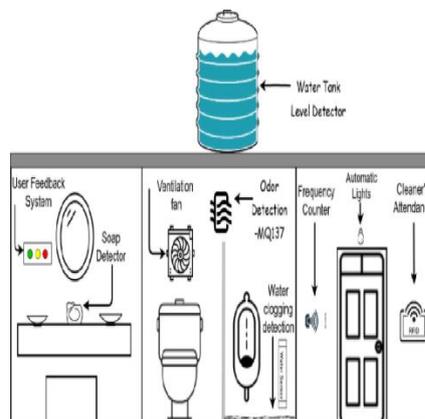


Gambar 2. 1 Smart Home

2.3 Smart Toilet

Smart toilet merupakan inovasi modern di bidang teknologi kamar mandi yang mengkombinasikan berbagai fitur canggih untuk meningkatkan kenyamanan,

kebersihan, dan efisiensi penggunaan toilet. Dilengkapi dengan fitur seperti pengontrol pencuci otomatis, pengering udara, pemanas kursi, serta sistem lampu, kipas angin, dan siram air yang otomatis, smart toilet memungkinkan pengalaman mandi yang lebih modern dan inovatif. Dengan kemampuan otomasi yang terintegrasi, toilet pintar dapat mendeteksi kehadiran pengguna dan mengaktifkan atau menonaktifkan berbagai fitur sesuai kebutuhan. Integrasi dengan sistem smart home memungkinkan pengguna untuk mengontrol dan mengotomatiskan fitur-fitur toilet menggunakan perangkat pintar lainnya, seperti smartphone atau speaker pintar, sehingga meningkatkan kenyamanan dan efisiensi dalam penggunaan toilet sehari-hari.



Gambar 2. 2 Smart Toilet

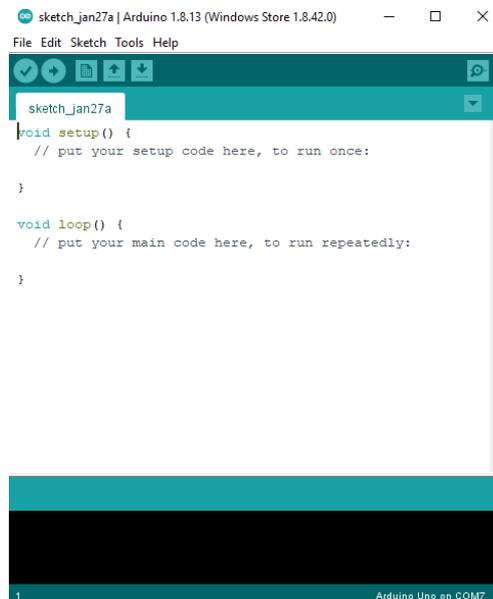
(sumber: <https://api.semanticscholar.org/CorpusID:231852459>)

2.4 Arduino IDE

Kode Program Arduino IDE biasa disebut *sketch* dan dibuat menggunakan bahasa pemrograman C. Program atau *sketch* yang sudah selesai ditulis di Arduino IDE bisa langsung di *compile* dan di *upload* ke Arduino UNO. Secarasederhana, *sketch* dalam Arduino dikelompokkan menjadi 3 blok. Lihat gambar 2.3 :

1. Header
2. Set up

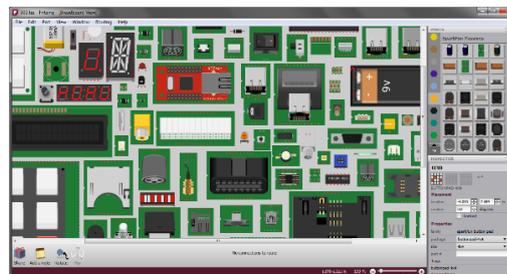
3. Loop



Gambar 2. 3 Pemrograman Arduino IDE

2.5 Fritzing

Fritzing adalah perangkat lunak open-source yang digunakan untuk merancang sirkuit elektronik. Ini memungkinkan pengguna untuk membuat diagram sirkuit, memvisualisasikan layout papan sirkuit cetak (PCB), dan membuat skema rangkaian elektronik dengan cara yang intuitif. Fritzing biasanya digunakan oleh para hobiis elektronik, desainer, dan pendidik untuk merancang dan membagikan desain sirkuit elektronik mereka. Dengan antarmuka yang mudah digunakan dan fitur yang komprehensif, Fritzing memungkinkan pengguna dengan berbagai tingkat keahlian untuk membuat dan bereksperimen dengan sirkuit elektronik secara efisien



Gambar 2. 4 Fritzing

2.6 Pengembangan Smart Toilet untuk Lansia

Untuk lansia, kebutuhan di toilet sangatlah penting untuk memastikan kenyamanan, keamanan, dan kemandirian mereka. Toilet haruslah mudah diakses dan dirancang agar lansia dapat menggunakan fasilitas tersebut dengan mandiri sebisa mungkin. Hal ini mencakup aksesibilitas yang baik tanpa hambatan fisik, fasilitas yang nyaman dan bersih, serta fitur keamanan seperti pegangan yang kokoh dan permukaan yang tidak licin. Selain itu, penting juga untuk memperhatikan kesehatan dan kebersihan, serta ketersediaan fasilitas seperti kursi toilet yang stabil, pegangan tangan, dan area cuci tangan yang mudah dijangkau. Dengan memperhatikan semua aspek ini, toilet dapat menjadi lingkungan yang aman, nyaman, dan mendukung bagi lansia.

2.6.1 Optimalisasi Smart toilet untuk Memenuhi Kebutuhan Khusus Lansia

Aksesibilitas adalah faktor penting untuk memastikan lansia dapat menggunakan toilet dengan aman, terutama saat kondisi pencahayaan minim. Lampu otomatis dapat mengurangi risiko kecelakaan atau cedera karena langkah yang tidak terlihat atau kesulitan mencari saklar lampu di kegelapan. Selain itu, kenyamanan menjadi penting bagi lansia, dan kipas exhaust otomatis akan membantu menjaga udara di toilet tetap segar dan nyaman bagi mereka yang sensitif terhadap bau atau kelembaban berlebih. Lebih lanjut, sistem otomatisasi seperti sistem siram otomatis dapat meningkatkan kemandirian dan kepercayaan diri lansia dalam menggunakan toilet. Yang tak kalah penting, lingkungan toilet yang bersih dan terawat dengan baik, didukung oleh sistem otomatisasi, akan membantu menjaga kesehatan dan kebersihan lansia. Dengan mempertimbangkan kebutuhan khusus ini, penelitian tentang smart toilet dengan fitur-fitur otomatis diharapkan dapat memberikan solusi yang efektif dan bermanfaat bagi lansia dalam menjaga kesehatan, kenyamanan, dan kemandirian mereka saat menggunakan toilet sehari-hari.

2.6.2 Fitur-Fitur Penting dalam Smart Toilet untuk Lansia

1. Lampu Otomatis memungkinkan lansia untuk mengakses toilet dengan lebih mudah dan aman, terutama pada malam hari atau dalam kondisi pencahayaan yang

minim. Fitur ini membantu mengurangi risiko kecelakaan atau cedera karena langkah yang tidak terlihat atau kesulitan mencari saklar lampu dalam kegelapan.

2. Kipas Exhaust Otomatis. Kipas exhaust otomatis membantu menjaga udara di dalam toilet tetap segar dan nyaman bagi lansia. Fitur ini membantu mengurangi risiko kelembaban yang berlebihan atau masalah dengan bau yang tidak diinginkan, yang dapat mengganggu kenyamanan pengguna toilet.

3. Sistem Siram Otomatis. Sistem siram otomatis memungkinkan lansia untuk menggunakan toilet dengan lebih mandiri. Mereka tidak perlu bergantung pada bantuan orang lain untuk mengaktifkan atau mematikan fitur-fitur penting seperti sistem siram. Hal ini meningkatkan rasa independensi dan kepercayaan diri mereka dalam penggunaan toilet sehari-hari.

Dengan memasukkan fitur-fitur ini dalam desain smart toilet, dapat memenuhi berbagai kebutuhan khusus lansia, seperti aksesibilitas, kenyamanan, kemandirian, dan keamanan, serta membantu meningkatkan kualitas hidup mereka dalam penggunaan toilet sehari-hari.

2.7 Sensor Passive InfraRed (PIR)

Sensor PIR (*Passive Infrared Sensor*) merupakan perangkat elektronik yang mendeteksi gerakan berdasarkan perubahan suhu yang dihasilkan oleh objek yang bergerak di area pendeteksian. Prinsip kerjanya didasarkan pada pengukuran radiasi inframerah yang dipancarkan oleh objek tersebut. Konstruksi fisiknya mencakup lensa Fresnel, bahan penerima infrared, dan filter pyroelectric yang mengubah perubahan suhu menjadi sinyal listrik. Pengaturan sensitivitas dan jangkauan deteksi memungkinkan penyesuaian responsivitas sensor terhadap gerakan dan area yang dapat dideteksi. Sensor PIR dapat mendeteksi gerakan pada jangkauan jarak 1 sampai 5 meter.(S. Putri dkk. 2023).Sensor PIR digunakan dalam berbagai aplikasi, termasuk lampu gerak otomatis dan sistem keamanan, karena memiliki keunggulan dalam konsumsi daya rendah, kinerja cepat, serta harga yang terjangkau. Meskipun demikian, sensor PIR juga memiliki batasan, seperti rentan terhadap gangguan dari sumber panas non-gerakan dan memiliki sudut pandang

terbatas. Dengan konfigurasi yang tepat, sensor PIR dapat menjadi komponen yang sangat berguna dalam berbagai sistem sensor dan otomatisasi. Berikut tabel datasheet sensor PIR

Tabel 2. 1 Datasheet Sensor PIR

Parameter	Nilai
Tegangan Operasi	5V DC - 20V DC
Konsumsi Daya	< 60uA
Jarak Deteksi	3 meter - 7 meter (dapat diatur)
Sudut Deteksi	110°
Waktu Tunda	5 detik - 5 menit (dapat diatur)
Ukuran Modul	32mm x 24mm x 25mm
Suhu Operasi	-15°C hingga +70°C
Level Output	High (3.3V) / Low (0V)
Waktu Pemanasan	Sekitar 1 menit



Gambar 2. 5 Passive infra red Sensor (PIR)

(Sumber <https://abudawud.wordpress.com/2018/06/02/mengenal-sensor-pir-passive-infrared/>)

2.8 Exhaust fan

Exhaust fan memiliki fungsi mengeluarkan udara panas di dalam suatu ruang. Selain itu, exhaust fan juga bisa mensirkulasikan udara pada suatu ruangan, supaya tetap sehat. Ruangan butuh sirkulasi udara agar selalu ada pergantian udara dalam ruangan dengan udara segar dari luar ruangan (Tia Setiawan 2022). Exhaust fan biasanya terpasang di dinding atau langit-langit ruangan, terutama di area yang

membutuhkan sirkulasi udara tambahan, seperti kamar mandi, dapur, atau area dengan risiko kelembaban tinggi. Ketika diaktifkan, exhaust fan menarik udara kotor melalui kipas dan membuangnya keluar ruangan melalui saluran ventilasi. Hal ini membantu mengurangi kelembaban, menghilangkan bau tidak sedap, dan menjaga udara tetap segar di dalam ruangan. Exhaust fan sering digunakan dalam sistem ventilasi rumah dan komersial untuk meningkatkan kualitas udara dan kenyamanan penghuni ruangan. sewaktu jeda pertunjukan. Berikut tabel datasheet exhaust fan.

Tabel 2. 2 Datasheet Exhaust fan 12V

Parameter	Nilai
Tegangan Operasi	12V DC
Konsumsi Daya	2.4W
Kecepatan Putaran	2000 RPM
Aliran Udara	40 CFM (Cubic Feet per Minute)
Tingkat Kebisingan	30 dBA
Ukuran Kipas	120mm x 120mm x 25mm
Jenis Bantalan	Sleeve Bearing
Suhu Operasi	-10°C hingga +70°C
Konektor	2-Pin Molex



Gambar 2. 6 Exhaust Fan 12v

2.9 Sensor Ultrasonic

Sensor ultrasonik HC-SR04 adalah perangkat elektronik yang digunakan untuk mengukur jarak antara sensor dan objek di depannya dengan menggunakan gelombang ultrasonik (Ahmad Nasrul Sidik dkk. 2020). Prinsip kerjanya didasarkan pada waktu yang diperlukan oleh gelombang ultrasonik untuk memantul dari objek yang terdeteksi kembali ke sensor setelah dipancarkan. Sensor ini terdiri dari dua komponen utama pemancar ultrasonik dan penerima ultrasonik. Pemancar menghasilkan gelombang ultrasonik, sementara penerima menerima gelombang yang dipantulkan. Sensor mengukur waktu yang dibutuhkan oleh gelombang ultrasonik untuk melakukan perjalanan bolak-balik antara sensor dan objek, dan menggunakan informasi tersebut untuk menghitung jarak objek dari sensor berdasarkan kecepatan suara dalam udara.

Sensor ultrasonik HC-SR04 biasanya digunakan dalam berbagai aplikasi, seperti pengukuran jarak, navigasi kendaraan otonom, penghindaran hambatan, dan deteksi gerakan. Keunggulan utamanya adalah akurasi tinggi, respon cepat, dan kemampuan operasi dalam berbagai kondisi lingkungan. Selain itu, sensor ini juga relatif murah dan mudah diimplementasikan dalam proyek-proyek elektronika yang membutuhkan pengukuran jarak secara akurat. Berikut datasheet sensor Ultrasonic HC-SR04

Tabel 2. 3 Datasheet Sensor Ultrasonic HC-SR04

Parameter	Nilai
Tegangan Operasi	5V DC
Arus Operasi	15mA
Frekuensi Ultrasonik	40 kHz
Jarak Pengukuran	2 cm - 400 cm
Akurasi	± 3 mm
Sudut Deteksi	$< 15^\circ$
Waktu Respons	20 ms
Dimensi Modul	45mm x 20mm x 15mm

Suhu Operasi	-15°C hingga +70°C
Berat	9gram



Gambar 2. 7 Ultrasonic HC-SR04

(Sumber <https://my.rs-online.com/web/p/bbc-micro-bit-add-ons/2153181>)

2.10 Solenoid Valve

Adalah katup yang dikendalikan oleh energi listrik melalui solenoid dan memiliki kumparan sebagai aktuator yang menggunakan daya AC atau DC untuk menggerakkan piston yang dikendalikan (F Maulana, Yusfrizal, dan Mili Alfhi Syari 2023). Katup solenoid memiliki inlet dan outlet. Fungsi katup solenoid adalah untuk menutup, membuang, mengukur, mendistribusikan, atau mencampur fluida. Dengan menerapkan arus listrik pada gulungan kawat solenoid, medan magnet yang dihasilkan menggerakkan katup mekanis, memungkinkan kontrol yang akurat atas aliran fluida. Keunggulan solenoid valve meliputi respons cepat, kemampuan kontrol presisi, serta daya tahan terhadap lingkungan yang keras, menjadikannya pilihan utama dalam berbagai aplikasi, mulai dari sistem otomatisasi industri hingga sistem pengairan rumah tangga.

Solenoid valve juga menawarkan fleksibilitas dan efisiensi dalam mengontrol aliran fluida dalam berbagai situasi. Dengan kemampuan untuk dioperasikan secara otomatis melalui sistem kontrol elektronik, solenoid valve memungkinkan integrasi yang mulus dalam sistem otomatisasi modern, seperti sistem pemadam kebakaran otomatis, sistem irigasi otomatis, dan banyak lagi. Dengan demikian, solenoid valve memainkan peran penting dalam memastikan kehandalan dan efisiensi operasi berbagai sistem yang membutuhkan pengendalian aliran cairan atau gas yang akurat dan andal. Berikut datasheet Solenoid valve 1/2inch 220V.

Tabel 2. 4 Datasheet Solenoid Valve 220V

Parameter	Nilai
Tegangan Operasi	220V AC
Konsumsi Daya	8W
Ukuran Katup	1/2 Inch
Tipe Katup	Normally Closed (NC)
Bahan Katup	Kuningan (Brass)
Tekanan Operasi	0 - 10 bar
Suhu Operasi	-10°C hingga +80°C
Media yang Didukung	Air, Air, Gas, Cairan Non-Korosif
Waktu Respons	20 - 50 ms
Konektor	Konektor Kabel 2-Pin
Bobot	450 gram
Dimensi	85mm x 65mm x 25mm



Gambar 2. 8 Solenoid valve 220V ½ inch

2.11 LED DC 12 V

LED adalah singkatan dari "Light Emitting Diode". Merupakan perangkat semikonduktor yang menghasilkan cahaya ketika arus listrik melewati celah antara katoda dan anoda di dalam sistem perangkat tersebut. LED juga mempunyai polaritas kaki positif pada kaki yang ukurannya lebih panjang dan kaki negatif pada

kaki yang ukurannya lebih pendek. Ketika elektron-elektron ini kembali ke tingkat energi yang lebih rendah, mereka melepaskan energi dalam bentuk cahaya. Proses ini dikenal sebagai elektroluminesensi, dan cahaya yang dihasilkan dapat bervariasi mulai dari inframerah hingga ultraviolet, tetapi yang paling umum digunakan adalah cahaya yang terlihat oleh mata manusia.

Keunggulan lampu LED meliputi efisiensi energi yang tinggi, umur pakai yang panjang, dan ketahanan terhadap guncangan dan getaran. Mereka juga memiliki waktu start-up yang cepat dan tidak memancarkan panas yang berlebihan, menjadikannya pilihan yang ramah lingkungan dan ekonomis. Lampu LED banyak digunakan dalam berbagai aplikasi, mulai dari pencahayaan rumah tangga dan komersial, hingga pencahayaan jalan, lampu lalu lintas, dan tampilan elektronik. Dengan perkembangan teknologi yang terus-menerus, lampu LED semakin populer dan menjadi standar untuk pencahayaan modern. Berikut datasheet LED 12V DC

Tabel 2. 5 Datasheet LED Bulb 12V DC

Parameter	Nilai
Tegangan Operasi	12V DC
Konsumsi Daya	5W
Jenis LED	SMD
Warna	Putih (White)
Lumens	500 lumens
Suhu Warna	6000K (Cool White)
Sudut Radiasi	180°
Tipe Soket	E27
Tingkat Perlindungan	IP20
Suhu Operasi	-20°C hingga +50°C
Umur Operasi	30,000 jam
Dimensi	60mm x 120mm
Bobot	100 gram



Gambar 2. 9 LED DC 12V 5 Watt

2.12 Arduino Uno R3

Arduino adalah pengendali mikro single-board yang bersifat open-source, diturunkan dari Wiring platform, dirancang untuk memudahkan penggunaan elektronik dalam berbagai bidang. Hardware-nya memiliki prosesor Atmel AVR dan software-nya memiliki bahasa pemrograman sendiri. Bahasa yang dipakai dalam Arduino bukan assembler yang relatif sulit, tetapi bahasa C yang disederhanakan dengan bantuan pustaka-pustaka (libraries) Arduino. Arduino merupakan rangkaian elektronika yang bersifat open source, serta memiliki perangkat keras dan lunak yang mudah untuk digunakan. Arduino adalah sebuah board mikrokontroler yang berbasis ATmega328. Penggunaan sensor ultrasonik juga menjadi elemen penting dalam perancangan toilet pintar (Nur Alamsyah dkk. 2022). Arduino Uno R3 berperan sebagai otak sistem dalam rangkaian bangun smart toilet. Arduino mengendalikan fungsi-fungsi otomatis seperti lampu, exhaust fan, dan sistem siram toilet berdasarkan informasi dari sensor-sensor yang terpasang, memastikan operasi yang cerdas, efisien, dan meningkatkan pengalaman pengguna. Berikut datasheet Arduino Uno R3

Tabel 2. 6 Datasheet Arduino UNO R3

Parameter	Nilai
Microcontroller	ATmega328P
Tegangan Operasi	5V
Tegangan Input (disarankan)	7-12V
Tegangan Input (batas)	6-20V
Digital I/O Pins	14 (6 diantaranya PWM)
Pin Input Analog	6
Arus DC per I/O Pin	20 mA
Arus DC untuk Pin 3.3V	50 mA
Flash Memory	32 KB (ATmega328P)
Flash Memory untuk Bootloader	0.5 KB
SRAM	2 KB (ATmega328P)
EEPROM	1 KB (ATmega328P)
Kecepatan Clock	16 MHz
Dimensi	68.6 mm x 53.4 mm
Berat	25 gram



Gambar 2. 10 Arduino UNO R3

2.12.1 Menghitung Nilai Error

Menghitung nilai error pada besaran inputan V_{in} pada rangkaian alat dengan rumus berikut ini :

$$|Error = \frac{(Besaran\ Ukur - Besaran\ ideal)}{Besaran\ ideal} \times 100\ %|$$

Contoh

perhitungan V_{in} 3 V dan keluaran V_{out} 2,4

$$error = 2,4 - 3 / 3 \times 100\%$$

$$error = - 0,6 / 3 \times 100\%$$

$$error = - 0,2 \times 100\ % \quad error = 20\ %$$

Jadi nilai error pada V_{out} 2,4 V dari V_{in} 3 V adalah 20%